

# Nowoczesne technologie mobilne w magazynowaniu w świetle koncepcji Internet of Things

Piotr Sosnowski<sup>1</sup>

## 1. Internet Rzeczy w gospodarce magazynowej

Proces magazynowy jest definiowany jako „zeszół działań operacyjnych związanych z przyjmowaniem, składowaniem, kompletacją i wydawaniem dóbr materialnych w odpowiednio przystosowanych do tego miejscach i przy spełnieniu określonych warunków organizacyjnych i technologicznych”<sup>2</sup>. W zarządzaniu łańcuchem dostaw należy rozpatrywać procesy magazynowe zarówno u dostawcy, producenta, jak i dystrybutora ze względu na dążenie do ich integracji<sup>3</sup>. Zbiór procesów tego rodzaju dotyczy następujących pól działań:

- awizowanie,
- przyjęcie,
- kontrola,
- składowanie,
- pobranie,
- pakowanie,
- wysyłka<sup>4</sup>.

We wszystkich procesach magazynowych związanych z powyższymi obszarami mogą zostać zastosowane nowoczesne technologie mobilne, których celem jest ich optymalizacja i integracja. Są to w szczególności rozwiązania stosowane w świetle koncepcji Internetu Rzeczy (ang. *Internet of Things*, IoT), jak: RFID, zdalnie sterowane roboty, systemy zarządzania magazynem WMS (ang. *Warehouse Management System*) i MMS (ang. *Material Flow Management System*) oraz systemy automatyzacji pracy magazynu.

Internet Rzeczy w kontekście zarządzania łańcuchem dostaw można zdefiniować jako zbiór urządzeń wykorzystujących automatyczną identyfikację, czujniki podczerwieni, systemy nawigacji satelitarnej, skanery laserowe oraz wszystkich innych urządzeń pozyskujących informacje, które umożliwiają, przy pomocy uzgodnionego protokołu danych, wymianę danych i komunikację w celu identyfikacji, lokalizacji, śledzenia i monitorowania wraz z systemami umożliwiającymi komunikację tego rodzaju<sup>5</sup>.

Internet Rzeczy obejmuje urządzenia wykorzystujące bezprzewodową komunikację za pomocą internetu w celu wypełnienia swoich zadań. Rozwinięcie tej koncepcji obejmuje również wszystkich użytkowników tych urządzeń, przesyłanie i przetwarzanie danych w użyteczne informacje oraz wszystkie procesy związane z dostarczeniem właściwej informacji właściwemu użytkownikowi (lub właściwej maszynie) we właściwym czasie. Tę koncepcję określa się jako Internet Wszecchrzeczy (ang. *Internet of Everything*)<sup>6</sup>.

Podczas gdy Internet Rzeczy obejmuje połączenia między maszynami (ang. *machine-to-machine*, M2M), między maszyną

a człowiekiem (ang. *machine-to-person*, M2P) oraz między człowiekiem a człowiekiem (ang. *person-to-person*, P2P), Internet Wszecchrzeczy obejmuje również wszelkie powiązania pomiędzy użytkownikami, procesami i danymi. Ocenia się, że wartość transakcji rynku urządzeń i usług związanych z Internetem Rzeczy w okresie najbliższej dekady (tj. w latach 2016–2025) osiągnie wartość 8,1 bln USD, z czego 1,9 bln USD dotyczy usług i urządzeń związanych z zarządzaniem łańcuchem dostaw<sup>7</sup>. Wartość ta wynika z zastosowania nowych sposobów komunikacji między istniejącymi i nowymi urządzeniami oraz innowacji procesowych w takich obszarach, jak: monitorowanie, pomiar, kontrolowanie, automatyzacja oraz optymalizacja procesów logistycznych. W tym kontekście wszystkie urządzenia używane w procesach magazynowych wykorzystujące technologię mobilną stanowią integralne elementy Internetu Rzeczy<sup>8</sup>. Już dzisiaj można określić takie potrzeby nowoczesnego łańcucha dostaw, które mogą zostać zaspokojone przez Internet Rzeczy, jak:

- skuteczne zachowanie kontroli we wszystkich ogniwach łańcucha dostaw;
- ciągła możliwość śledzenia przesyłek przez uczestników procesów;
- ciągła kontrola przesyłek, zwłaszcza podatnych na uszkodzenia;
- zapewnienie transparentności sieci i zasobów używanych do optymalizacji efektywności sieci<sup>9</sup>.

Ze względu na fakt, że Internet Rzeczy wykorzystuje technologie mobilne, zyskuje bardzo szerokie zastosowanie w magazynowaniu. Dotyczy np. oznaczania towarów w magazynie, co pozwala na zachowanie kontroli nad produktem w zakresie położenia, wagi, terminu ważności, zamówień i dyspozycji magazynowych oraz aktualnych warunków przechowywania (m.in. temperatury, wilgotności). Ma również zastosowanie w zarządzaniu samym magazynem. Pozwala sterować zależnie od potrzeb temperaturą, oświetleniem, wentylacją, przesyłać komunikaty związane z bezpieczeństwem, np. o ruchu wózków jezdniowych i pieszych w magazynie<sup>10</sup>.

## 2. Rynek nowoczesnych technologii mobilnych w magazynowaniu

Nowoczesne technologie mobilne w magazynowaniu stanowią sektor wysokich technologii, których producenci są pionierami w swojej dziedzinie, dostarczają nowatorski, niepowtarzalny produkt, dla którego niekoniecznie istnieją substytuty. Ze względu na wschodzący charakter omawianego sektora, nie można mówić o dojrzałej walce konkurencyjnej.

Groźba pojawienia się nowych producentów jest bardzo realna ze względu na dynamiczny rozwój rynku mobilnych technologii, jego atrakcyjność oraz aktualnie niewielkie bariery wejścia na ten rynek. W rezultacie rynek nowoczesnych technologii zmienia się bardzo dynamicznie wraz z pojawianiem się nowych rozwiązań i doskonaleniem tych już funkcjonujących. Klientami w opisywanym sektorze nowoczesnych technologii mobilnych są firmy zajmujące się magazynowaniem, a więc oferujące powtarzalną usługę, której wartość jest zależna od stosowanych rozwiązań technologicznych. Ponieważ dostawcy nowoczesnych technologii mobilnych oferują niepowtarzalne produkty, koszt i trudność ich zmiany są wysokie. Z tego samego powodu ich siła przetargowa jest bardzo silna. Z kolei sektor usług magazynowych jest rozwinięty, więc walka konkurencyjna w tym sektorze również jest znacząca. W rezultacie siła przetargowa klientów w stosunku do dostawców nowoczesnych technologii mobilnych jest niewielka. Reasumując, rynek nowoczesnych technologii mobilnych w magazynowaniu stwarza szerokie możliwości zarówno dla producentów, jak i potencjalnych użytkowników takich technologii, a dalsze rozpowszechnianie ich zastosowań może spowodować rozwój nowych rozwiązań. Poniżej zaprezentowano wybrane polskie i zagraniczne firmy oferujące nowoczesne systemy wspierające procesy magazynowe.

### 2.1. Przedsiębiorstwa polskie

AutoID jest dostawcą systemów automatycznej identyfikacji opartych na kodach kreskowych, biometrii, kartach zbliżeniowych i stykowych oraz systemach identyfikacji opartych na rozpoznawaniu pisma (OCR/ICR)<sup>11</sup>.

Logifact stanowi projektowo-wdrożeniowe biuro inżynierskie, dostarczające nowoczesne rozwiązania informatyczne, w tym mobilne, np.: systemy automatycznej identyfikacji, systemy zarządzania magazynem (logifact WMS) oraz systemy sterowania wózkami jezdniowymi (logifact FCS)<sup>12</sup>.

SKK jest dostawcą systemów automatyzacji procesów logistycznych, w tym mobilnych, np. systemów kompletacji głosowej, systemów WMS (SKK Smart Magazyn), systemów *Traceability* (dla magazynów produkcyjnych) oraz systemów sieciowych dla logistyki<sup>13</sup>.

### 2.2. Przedsiębiorstwa zagraniczne

Maxim Integrated jest amerykańskim producentem urządzeń półprzewodnikowych, w tym urządzeń typu iButton, zbierających, przechowujących i przetwarzających informacje, działających w sposób bezprzewodowy<sup>14</sup>. Soft Design jest szwedzkim producentem systemów zdalnego sterowania ruchem pojazdów w magazynie oraz systemów kontroli wizualnej. Ważnym osiągnięciem firmy jest stworzenie linii produktowej zdalnie sterowanych pojazdów magazynowych MAX AGV (ang. *Automated Guided Vehicle*) oraz systemu kontroli wizualnej Vision Systems<sup>15</sup>.

Still jest niemieckim producentem wózków jezdniowych, systemów typu WMS i MMS, systemów zdalnego sterowania pojazdami magazynowymi oraz systemów RFID<sup>16</sup>. Produkty firmy Still zostaną szerzej opisane w dalszej części rozdziału.

Tabela 1. Rodzaje nowoczesnych technologii mobilnych w magazynowaniu

Rodzaj technologii	Producenci rozwiązań (przykłady)
Identyfikacja radiowa RFID	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AutoID</li> <li>• Logifact</li> <li>• SKK</li> <li>• Still</li> </ul>
Zautomatyzowane roboty magazynowe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fetch Robotics</li> <li>• Kiva Systems</li> <li>• Knapp</li> <li>• Swisslog</li> </ul>
Zdalne sterowanie pojazdami w magazynie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Logifact (logifact®FCS)</li> <li>• SKK</li> <li>• Soft Design</li> <li>• Still (STILL OPTISPEED)</li> </ul>
Zarządzanie magazynem WMS/MMS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Logifact (logifact®WMS)</li> <li>• SKK (SKK Smart Magazyn)</li> <li>• Still (STILL MMS)</li> </ul>
Mobilne systemy WMS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PS Mobile Warehouse (Polsoft Engineering)</li> <li>• V5 Mobile Warehouse Management System (SG Systems)</li> <li>• WarehouseOS (Warehouse Mobile Solutions)</li> <li>• WMS Zarządzanie + WMS Magazynier (Comarch)</li> </ul>
Mobilne systemy WCS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dematic IQ (Dematic)</li> <li>• Intelligrated Warehouse Execution System (Intelligrated)</li> </ul>
System automatyzacji pracy magazynu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• STILL (STILL iGo)</li> </ul>
System mobilnego zarządzania danymi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maxim Integrated (iButton)</li> </ul>

Źródło: opracowanie własne na podstawie: <http://www.autoid.pl> [data dostępu: 21.06.2016]; <http://www.logifact.pl> [data dostępu: 21.06.2016]; <http://www.sk.com.pl> [data dostępu: 21.06.2016]; <http://www.still.pl> [data dostępu: 22.06.2016]; <http://www.fetchrobotics.com> [data dostępu: 22.07.2016]; <http://www.amazonrobotics.com> [data dostępu: 22.07.2016]; <http://www.knapp.com> [data dostępu: 22.07.2016]; <http://www.swisslog.com> [data dostępu: 22.07.2016]; <http://www.softdesign.se> [data dostępu: 22.06.2016]; <http://www.polsoft.pl> [data dostępu: 26.06.2016]; <http://www.sgsystemsusa.com> [data dostępu: 26.06.2016]; <http://www.warehousemobilesolutions.com> [data dostępu: 26.06.2016]; <http://www.comarch.pl> [data dostępu: 26.06.2016]; <http://www.dematic.com> [data dostępu: 27.06.2016]; <http://www.intelligrated.com> [data dostępu: 27.06.2016]; <http://www.maximintegrated.com> [data dostępu: 28.05.2016].

## 3. Przegląd nowoczesnych technologii mobilnych w magazynowaniu

W tabeli 1 zaprezentowano wybrane nowoczesne technologie mobilne w magazynowaniu oraz producentów konkretnych rozwiązań wraz z przykładami.

### 3.1. Identyfikacja radiowa RFID

RFID (ang. *Radio Frequency Identification*) jest technologią automatycznej identyfikacji bezprzewodowej, wykorzystującą fale radiowe oraz układy elektroniczne do przesyłania istotnych danych bez konieczności ich ręcznego odczytu<sup>17</sup>. Technologia RFID wykorzystuje czytniki optyczne oraz nadajniki sygnału (tzw. tagi RFID), przypinane do oznakowanych produktów lub opakowań zbiorczych. Tagi RFID dzieli się na aktywne, półpasywne i pasywne. Tag aktywny składa się z nośnika danych,

antenę oraz źródła zasilania, z którego pobierana jest energia w celu nadania sygnału. Tag półpasywny posiada źródło zasilania dla nośnika danych, ale zasilanie nadajnika pochodzi z indukcji elektromagnetycznej wytworzonej przez fale radiowe nadawane przez odbiornik, natomiast tag pasywny nie posiada źródła zasilania, a nośnik danych oraz jego sygnał są zasilane przez indukcję elektromagnetyczną wytworzoną przez sygnał radiowy z odbiornika<sup>18</sup>.

Obecnie bardzo często wykorzystuje się mobilne czytniki RFID. Przy wykorzystaniu połączenia sieciowego dodatkowo jest możliwa integracja z bazą danych, co w konsekwencji pozwala na wymianę danych między danym tagiem RFID a bazą danych.

Przykładem zastosowania technologii RFID jest system firmy SKK wdrożony w fabryce firmy Hilding Anders w Murowanej Goślinie pod Poznaniem, produkującej łóżka i materace pod marką własną oraz dla takich sieci, jak Ikea, Black Red White oraz Vox. Jest to system automatycznej identyfikacji oparty na kodach kreskowych oraz tagach radiowych pracujących w paśmie UHF, zgodnych ze standardem EPC Class 1 Gen 2 ISO 18000-6C. W skład tego systemu wchodzi:

- przemysłowe czytniki kodów kreskowych Microscan;
- drukarki tagów RFID Toshiba;
- tagi radiowe UPC Gen 2 Rafl atac zgodne ze standardem EPC Class 1 Gen 2 ISO 18000-6C;
- czytniki RFID Intermec;
- automatyczne urządzenia znakująco-etykietujące SKK, skonstruowane w oparciu o przemysłowe drukarki Intermec<sup>19</sup>.

Głównym celem wdrożenia tego systemu była automatyzacja procesów, centralizacja zarządzania procesami produkcyjnymi, eliminacja błędów oraz wzrost wydajności produkcji<sup>20</sup>.

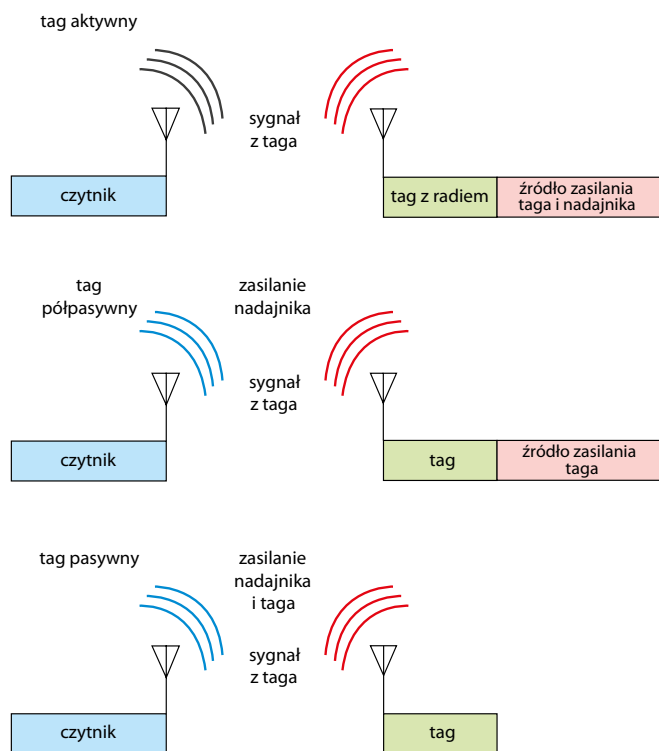
### 3.2. Automatyzacja i robotyka w procesach magazynowych

Wyniki aktualnych badań pokazują, że 80% magazynów nie wykorzystuje automatyki, 15% jest zmechanizowanych, a 5% jest w pełni zautomatyzowanych<sup>21</sup>. Statystyki określają skalę możliwości zastosowania automatyki i robotyki w magazynie<sup>22</sup>. Obecnie są one wykorzystywane w wielu obszarach związanych z magazynowaniem. Przykładami konkretnych zastosowań w wybranych przedsiębiorstwach są:

- roboty rozładunkowo-załadunkowe (wykorzystywane np. przez DHL Group);
- transportowe roboty magazynowe (producenci: Swisslog, Kiva Systems, wykorzystywane np. przez Amazon);
- stacjonarne roboty magazynowe (producent: Knapp);
- mobilne roboty magazynowe (producent: Fetch Robotics)<sup>23</sup>.

### 3.3. Systemy zdalnego sterowania pojazdami w magazynie

Oprócz w pełni zautomatyzowanych systemów magazynowych należy pamiętać o systemach, w których pojazdy i roboty są zdalnie sterowane. Specyfika nowoczesnego łańcucha dostaw pozwala na zastosowanie tych samych technologii, w tym mobilnych, w wielu ogniach. Dotyczy ono m.in. zdalnie sterowanych pojazdów bezzałogowych typu UAV (ang. *Unmanned Aerial Vehicle*) czy UGV (ang. *Unmanned Ground Vehicle*)<sup>24</sup>.



Rys. 1. Schemat działania tagów RFID

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Sun Ch.: *Application of RFID Technology for Logistics on Internet of Things*, „AASRI Procedia” 2012, no. 1, s. 106-108

W intralogistyce zastosowanie mają zdalnie sterowane pojazdy typu UGV, a konkretnie ich jedna podgrupa – AGV (ang. *Automated Guided Vehicles*). Są to platformy mobilne wykorzystywane do transportu kontenerów, palet lub innych opakowań zbiorczych, wyposażone w odbiornik GPS<sup>25</sup>. Takie rozwiązanie umożliwia automatyzację powtarzalnych czynności i brak konieczności angażowania pracownika do obsługi tylko jednego pojazdu.

Przykładem systemu tego rodzaju jest MAX AGV FX. Pojazdy tego typu mogą transportować palety i inne opakowania zbiorcze oraz umieszczać je na regałach do maksymalnej wysokości 10 m. W tym systemie wyróżnia się dwa rodzaje pojazdów: FX – wózek widłowy oraz CX – wózek transportowy. Są one w stanie poruszać się z prędkością 1,5 m/s, przenieść ciężar do 8 t oraz pracować w temperaturze od -20°C do 45°C. Do sterowania pojazdami MAX AGV FX wykorzystywany jest MAX AGV Control System, który pozwala zoptymalizować ruch bezzałogowych pojazdów w magazynie. MAX AGV Control System może zostać uruchomiony na komputerze z systemem Windows, może również komunikować się z telefonem komórkowym poprzez SMS lub e-mail<sup>26</sup>. Wśród przedsiębiorstw, które wykorzystują system MAX AGV FX, są np.:

- Logoplaste – francuski producent opakowań – 8 pojazdów typu AGV w Coleford w Wielkiej Brytanii;
- Retursystem – szwedzki operator logistyki zwrotnej – 14 pojazdów typu AGV w Helsignborn w Szwecji;
- Trioplast – szwedzki producent opakowań – 5 pojazdów typu AGV w Smalandstelar w Szwecji<sup>27</sup>.

### 3.4. Systemy zarządzania magazynem

#### 3.4.1. Systemy WMS i MMS

System zarządzania magazynem (ang. *Warehouse Management System*, WMS) jest systemem informatycznym wspomagającym zarządzanie procesami magazynowymi za pomocą odpowiednich narzędzi IT. Współcześnie coraz częściej stosuje się systemy WMS umożliwiające mobilne sterowanie procesami magazynowymi<sup>28</sup>.

Przykładem zastosowania zdalnie sterowanych pojazdów magazynowych za pomocą systemu WMS są rozwiązania proponowane przez niemiecką firmę STILL z zakresu automatyzacji procesów magazynowych, umożliwiające m.in.:

- automatyzację zarządzania zamówieniami;
- identyfikację towarów poprzez mobilne skanowanie kodów kreskowych EAN i NVE;
- automatyczny druk etykiet magazynowych, listów przewozowych oraz integrację z wagami;
- automatyczne przygotowanie dokumentacji zdjęciowej do rejestracji przyjętych towarów<sup>29</sup>.

System tego typu określa się mianem systemu zarządzania przepływem materiałów (ang. *Materials Flow Management System*, MMS), który stanowi rozwinięcie tradycyjnego systemu zarządzania magazynem WMS. W jego skład wchodzi następujące elementy:

- system zarządzania magazynem WMS;

- system kontroli transportu (ang. *Transport Control System*, TCS);
- system informatyczny (IS);
- interfejs integrujący systemy nadrzędne z podrzędnymi;
- urządzenia dla poziomu operacyjnego<sup>30</sup>.

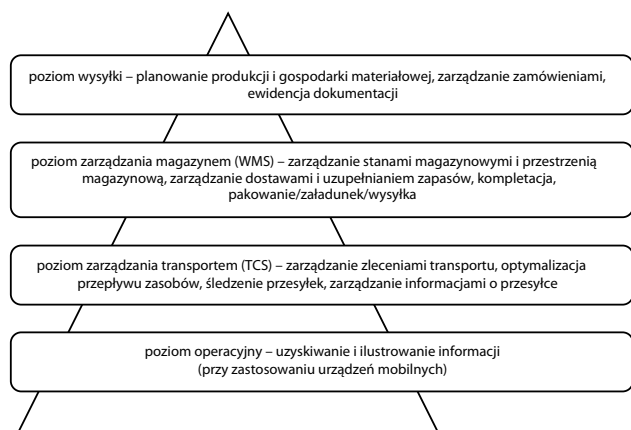
Ważnym elementem STILL MMS jest podział na poziomy wdrożenia systemu. Pozwala on zwrócić uwagę na fakt, że kwestia zastosowania urządzeń mobilnych w procesach intralogistycznych dotyczy poziomu operacyjnego. Podział na poziomy zilustrowano na rysunku 2.

Wiele podsystemów STILL MMS podlega integracji, co w konsekwencji przekłada się na zastosowanie odpowiednich technologii mobilnych, jak:

- systemy *pick-by-voice*;
- urządzenie STILL RFID-Locator, pozwalające na śledzenie ruchu towarów w magazynie;
- przygotowanie i transmisja danych do systemów wspomagających (np. STILL OptiSpeed);
- przygotowanie i transmisja zleceń transportowych do automatycznych pojazdów STILL;
- stworzenie interfejsu z istniejącymi instalacjami magazynowymi (transportery, podnośniki itp.)<sup>31</sup>.

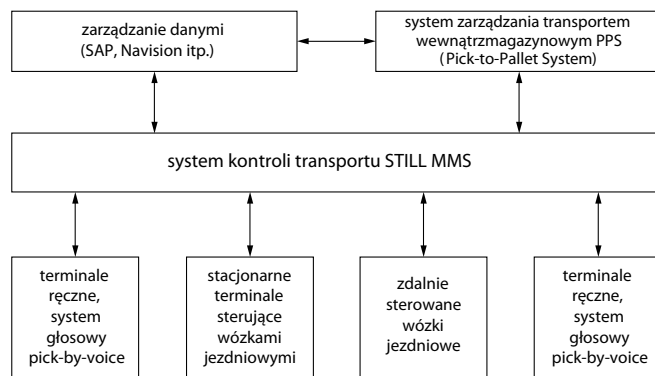
Ważną rolę pełnią terminale przenośne, jak terminale dotykowe WMS, transpondery RFID, skanery kodów kreskowych, przenośne drukarki etykiet oraz urządzenia systemu *pick-by-voice*.





**Rys. 2.** Poziomy zastosowania STILL MMS

Źródło: <http://www.still.pl> [data dostępu: 28.05.2016]



**Rys. 3.** Integracja systemów nadrzędnych i podrzędnych w STILL MMS

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Ibidem.

Zastosowanie opisanych rozwiązań wymaga wdrożenia odpowiedniej infrastruktury telekomunikacyjnej, tj. serwera MMS, stacjonarnych stacji roboczych, serwerów danych oraz routerów VPN do zdalnego zarządzania na odległość<sup>32</sup>.

### 3.4.2. Mobilne systemy WMS

Niektóre systemy zarządzania magazynem zostały skonfigurowane tak, aby do ich obsługi były wykorzystywane urządzenia mobilne (tj. smartfony lub tablety). Takie rozwiązania znacznie zwiększają elastyczność pracy, ponieważ proces zarządzania operacyjnego w magazynie może mieć miejsce w dowolnej lokalizacji, zatem niekoniecznie w samym magazynie. Wśród mobilnych systemów WMS można wyróżnić np. PS Mobile Warehouse (producent: Polsoft Engineering), V5 Mobile Warehouse Management System (SG Systems), WarehouseOS (Warehouse Mobile Solutions), WMS Zarządzanie wraz z WMS Magazynier (Comarch).

**PS Mobile Warehouse** jest narzędziem umożliwiającym integrację gospodarki magazynowej z dystrybucją za sprawą włączenia do systemu pełnej informacji o stanie towarów, obsługi pobraną towaru oraz kartoteki kodów towarów i opakowań<sup>33</sup>. System składa się z następujących modułów: kody kreskowe, komora przyjęć, zatowarowanie, wydania, przesunięcia międzymagazynowe, wyjazd oraz inwentaryzacja<sup>34</sup>. Funkcjonalność PS Mobile Warehouse obejmuje:

- zarządzanie informacjami w systemie;
- rejestrowanie i zarządzanie operacjami magazynowymi w czasie rzeczywistym;
- identyfikację i weryfikację towarów i opakowań zbiorczych za pomocą systemu etykiet magazynowych;
- optymalizację wykorzystania powierzchni magazynowej;
- zarządzanie obrotem opakowaniami zbiorczymi;
- szybką realizację dostaw (brak spiętrzeń logistycznych);
- bieżący nadzór nad magazynem<sup>35</sup>.

System PS Mobile Warehouse umożliwia również integrację z systemem ERP firmy Polsoft Engineering – PS 200036.

**V5 Mobile Warehouse Management System** produkcji firmy SG Systems jest systemem zarządzania magazynem mającym następujące funkcjonalności:

- zarządzanie stanami magazynowymi (przyjęcia, przesunięcia, wydania);

- zarządzanie zamówieniami zakupu;
- zarządzanie zamówieniami sprzedaży;
- fizyczna alokacja stanów magazynowych;
- zarządzanie zleceniami wysyłek;
- zarządzanie etykietami WMS;
- zarządzanie jakością magazynowanych produktów<sup>37</sup>.

System ten posiada funkcjonalności przeznaczone dla konkretnych branż, tj.: produkcji żywności, farmaceutycznej oraz chemicznej.

**WarehouseOS**, opracowany przez Warehouse Mobile Solutions (we współpracy z HOJ Engineering & Sales Co. oraz BoxWorks Technologies, Inc.), oferuje nowoczesne spojrzenie na kwestię zastosowania systemów mobilnych w magazynowaniu, a to za sprawą zastosowania systemu WMS w postaci systemu operacyjnego na urządzenia mobilne oraz stacjonarne, a nie jako pakiet oprogramowania oraz bazy danych<sup>38</sup>. Zasadniczą zaletą WarehouseOS w porównaniu do tradycyjnych systemów WMS jest m.in. znacznie zwiększona produktywność ewidencji przesyłek ze względu na zoptymalizowaną komunikację danych – urządzenia mobilne z zainstalowanym WarehouseOS przetwarzają dane o 100% szybciej niż tradycyjne mobilne skanery magazynowe (tzw. *RF gun*) oraz potrafią zeskanować ponad 600 etykiet na godzinę więcej niż tradycyjny skaner. Ponadto WarehouseOS posiada potężne możliwości rozbudowy funkcjonalności za sprawą dodatkowych aplikacji, zintegrowanych z bazą danych<sup>39</sup>. Kolejną istotną kwestią związaną z WarehouseOS to możliwość integracji z systemami klasy ERP w celu optymalizacji wymiany danych.

**WMS Zarządzanie** stanowi narzędzie zarządzania magazynem przeznaczone dla kierownictwa operacyjnego. Pozwala na:

- budowanie struktury magazynowej (mapowanie magazynu);
- zarządzanie alokacją towaru w magazynie;
- zarządzanie zapasami;
- zarządzanie dyspozycjami dla magazynierów (realizowanych w WMS Magazynier);
- raportowanie;
- weryfikowanie pracy magazynierów<sup>40</sup>.

**WMS Magazynier** jest uzupełnieniem systemu WMS Zarządzanie, którego celem jest zarządzanie zapasami w magazynie. Umożliwia:

- wieloetapową realizację przyjęć, przesunięć oraz wydań magazynowych;
- grupowanie dyspozycji magazynowych;
- *multipicking* (realizację kilku pozycji jednego zlecenia równocześnie);
- zarządzanie informacjami dotyczącymi towarów w magazynie;
- zarządzanie dokumentami magazynowymi;
- monitorowanie postępu realizacji dyspozycji;
- automatyzację i optymalizację procesów magazynowych<sup>41</sup>.

Oba systemy, WMS Zarządzanie oraz WMS Magazynier, współpracują z systemami ERP produkcji Comarchu – CDN XL oraz Altum<sup>42</sup>.

### 3.4.3. Mobilne systemy WCS

System zarządzania WCS (ang. *Warehouse Control Systems*) jest systemem kontroli operacji magazynowych, koncentrującym się na zarządzaniu informacjami i operacjami w czasie rzeczywistym oraz na ścisłej integracji z innymi systemami funkcjonującymi w przedsiębiorstwie, również z naciskiem na pracę w czasie rzeczywistym<sup>43</sup>. Koncepcja systemu WCS została opracowana stosunkowo niedawno i wciąż niewiele jest zarówno dostawców takich rozwiązań, jak i firm, które stosują WCS w praktyce. Jako przykłady systemów WCS, ukierunkowanych na zastosowania mobilne, można podać m.in.: *Intelligent Warehouse Execution System* (producent *Intelligent Software*) czy *IQ Dematic* (*Dematic*).

*Intelligent Warehouse Execution System* jest systemem umożliwiającym zarządzanie operacjami magazynowymi w czasie rzeczywistym. Jego najistotniejsze cechy funkcjonalności są następujące:

- sterowana głosem realizacja zamówień (poprzez system *Intelligent Voice*);
- zarządzanie zamówieniami za pomocą radiowych urządzeń mobilnych (*RF gun*) lub systemu oznaczeń świetlnych (*pick-to-light* oraz *put-to-light*);
- zarządzanie różnymi rodzajami pojazdów i wózków magazynowych;
- zarządzanie opakowaniami;
- zarządzanie stanami magazynowymi;
- zarządzanie systemem układnic (*AS/RS*, ang. *automated storage and retrieval systems*);
- zarządzanie czasem pracy w magazynie<sup>44</sup>.

Najnowsza wersja *Intelligent Warehouse Execution System* – *Next-generation Warehouse Execution System* – koncentruje się jeszcze bardziej na zarządzaniu magazynem w czasie rzeczywistym, a przede wszystkim na zarządzaniu realizacją wielu zleceń jednocześnie oraz zarządzaniu symultaniczną pracą urządzeń i pracowników magazynu<sup>45</sup>.

*Dematic IQ* jest platformą zarządzania magazynem, której celem jest kierowanie magazynem oparte na wiedzy w czasie rzeczywistym, z uwzględnieniem posługiwania się zarówno urządzeniami stacjonarnymi, jak i mobilnymi<sup>46</sup>. System składa się z pięciu modułów: zarządzanie zamówieniami, analityka, optymalizacja, utrzymanie oraz kontrola<sup>47</sup>. Na funkcjonalność systemu natomiast składają się następujące cechy:

- praca w czasie rzeczywistym;

- otwarta, modularna i elastyczna architektura, ułatwiająca integrację z innymi systemami, kompleksowa platforma zapewniająca możliwość kontroli urządzeń, optymalizacji oraz łatwego dostępu do danych;
- możliwość pomiaru efektywności poprzez kwantyfikowalne procesy;
- pełna możliwość zdalnego sterowania<sup>48</sup>.

*Dematic IQ* stanowi rozwinięcie zarówno systemu WMS, jak i WCS za sprawą zbierania i dostarczania danych w czasie rzeczywistym w ramach systemu opartego na przystępnym interfejsie, zarówno na urządzeniach stacjonarnych, jak i mobilnych.

### 3.5. System automatyzacji pracy magazynu

Systemy automatyzacji pracy magazynu opierają się najczęściej na wdrożeniu narzędzi pozwalających na zdalne sterowanie pojazdami magazynowymi. Przykładem jest system *STILL iGo* oparty na automatyzacji pracy magazynowych wózków jezdniowych, bazującej na trzech podsystemach:

- *iGoSystems* – kompleksowa automatyzacja procesów magazynowych;
- *iGoEasy* – automatyzacja pracy wózków jezdniowych za pomocą aplikacji na tablet iPad;
- *iGoRemote* – system półautomatycznych wózków jezdniowych ze zdalnym sterowaniem<sup>49</sup>.

*iGo Systems* oferuje kompleksowe rozwiązania automatyzacji w postaci różnych systemów nawigacji, wykorzystujących np. magnetyczne punkty referencyjne, nawigację laserową czy system czujników umożliwiających niezależne przemieszczanie wózków wewnątrz magazynu, maksymalizację bezpieczeństwa osób przebywających w magazynie oraz łatwe wykrywanie palety i innych opakowań zbiorczych<sup>50</sup>.

Zasadniczą rolę przy tym rozwiązaniu pełni komputer główny wózka, który zarządza zleceniami przekazywanymi z systemu ERP lub systemu zarządzania magazynem. Integracja z systemem nadrzędnym gwarantuje optymalne wykorzystanie floty oraz wymierne oszczędności płynące z automatyzacji powtarzalnych czynności. Dla systemów o małych mocach przeładunkowych przewidziano rozwiązanie w postaci *iGoEasy*, umożliwiające sterowanie pojedynczymi wózkami jezdniowymi za pomocą kokpitu zdalnego zainstalowanego na tablecie iPad i nawigacji laserowej, co umożliwia realizację wewnątrzmagazynowych zadań transportowych na odległość. System *iGo Remote* ma za zadanie usprawnienie procesów kompletacji zamówień poprzez łatwą organizację realizowanych zadań logistycznych przy zapewnieniu optymalnej wydajności i ochrony zdrowia pracowników. *iGoRemote* obejmuje również skaner, który monitoruje otoczenie wózka w celu maksymalizacji bezpieczeństwa ludzi i towarów znajdujących się w jego otoczeniu<sup>51</sup>.

### 3.6. Pozostałe systemy STILL wykorzystujące nowoczesne technologie mobilne

Inne systemy *STILL*, które wykorzystują nowoczesne technologie mobilne, to *OPTISPEED* oraz *STILL FleetManager*.

*OPTISPEED* jest systemem nawigacji, który optymalizuje trasę dojazdu do celu wózka jezdniowego poprzez zatrzymanie

pojazdu w odpowiedniej odległości i ustawienie widel na odpowiedniej wysokości za pomocą enkodera do pomiaru odległości, etykiet umieszczanych na podporach regałów magazynowych oraz dwóch skanerów kodów kreskowych umieszczanych na pojeździe. Wykorzystywane dane nawigacyjne to pozycja wózka jezdniowego, pozycja docelowa w regale oraz dystans do pokonania.

STILL FleetManager to system, którego zadaniem jest maksymalizacja bezpieczeństwa pracy poprzez autoryzację dostępu do wózków jezdniowych, wykrywanie kolizji oraz raportowanie pracy pojazdu. Użyteczne funkcje systemu STILL FleetManager to m.in.:

- szybkie, wygodne i elastyczne uruchamianie wózka widłowego za pomocą chipu, karty lub poprzez wprowadzenie indywidualnego kodu PIN;
- system predefiniowanych raportów, pozwalających na analizę danych wózków jezdniowych w zależności od bieżących potrzeb;
- precyzyjne wykrywanie kolizji za pomocą czujników zderzeń<sup>52</sup>.

STILL FleetManager wykorzystuje również mobilną komunikację: serwer bazy danych łączy się z danym wózkiem jezdniowym poprzez e-mail, GPRS lub za pośrednictwem urządzeń bliskiego zasięgu poprzez Bluetooth<sup>53</sup>.

### 3.7. Praktyczne zastosowanie systemu wielu robotów magazynowych

Jednym z głównych problemów praktycznych wdrożenia systemu robotów magazynowych jest automatyzacja działania wielu niezależnych jednostek pracujących jednocześnie na zamkniętej powierzchni, tak aby ich praca pozostała skuteczniejsza i bardziej opłacalna niż przy wykorzystaniu analogicznego systemu, w którego skład wchodziłyby tradycyjne wózki jezdniowe oraz ich operatorzy. Magazyn, w którym są stworzone optymalne warunki do pracy wielu niezależnych jednostek zautomatyzowanych, nazywany jest magazynem inteligentnym. Warunki pracy wielu robotów magazynowych w zamkniętym środowisku można określić następująco:

- opracowywany magazyn może zostać zmapowany;
- środowisko magazynu jest nieznane dla robotów – daje to pewność, że robot jest sam w stanie wykryć oraz rozpoznać elementy infrastruktury magazynowej, przeszkody i ludzi;
- robot jest wyposażony w sensory rozpoznające wszystkie znaczące elementy otoczenia;
- robot może dostać się do każdej wyznaczonej lokalizacji za pomocą jednego z czterech kierunków ruchu: do góry, do dołu, w lewo i w prawo;
- roboty oraz wyznaczone im zadania są kompatybilne;
- roboty są kompletnie niezależne w wykonywaniu wyznaczonych im zadań;
- całkowity koszt i czas wykonania zadania jest mierzony ruchem robota;
- czas załadunku, rozładunku oraz podniesienia i opuszczenia ramion robota są niezmiennie<sup>54</sup>.

Przy określonych powyżej warunkach oraz przy zmapowanym magazynie można ustalić, że ważne są następujące zmienne: liczba robotów, liczba zadań do wykonania oraz koszt

przemieszczenia. Po wyznaczeniu zmiennych cykl planowania (dla liczby  $m$  robotów) wygląda następująco:

1. wprowadzenie zamówienia;
2. obliczenie kosztu;
3. alokacja zadania;
4. wybór robota z grupy  $(r_1, r_2, \dots, r_m)$ ;
5. planowanie drogi<sup>55</sup>.

Ostatnim krokiem jest wyznaczenie drogi (przemieszczenia) danego robota, uwzględniające drogę przemieszczenia wszystkich pozostałych robotów w tym momencie (tak aby nie nastąpiła kolizja ani zator). W tym momencie należy wykorzystać algorytm matematyczny. Autorzy powyższego modelu, D. Jiajia, Ch. Chunlin, Y. Pe, zaproponowali algorytm ewolucyjny, wykorzystywany w inżynierii oprogramowania, którego specyfika polega na opracowywaniu drogi postępowania przy dopuszczeniu możliwości powrotu do wcześniejszych etapów ścieżki decyzyjnej, co w konsekwencji pozwala na opracowanie najlepszego możliwego rozwiązania problemu zawierającego wiele zmiennych<sup>56</sup>. W konsekwencji takie rozwiązanie pozwala na wdrożenie skutecznego, zautomatyzowanego systemu pracy wielu niezależnych jednostek robotów, co w efekcie prowadzi do powstania magazynu inteligentnego.

### Przypisy

1. Mgr Piotr Sosnowski, słuchacz stacjonarnych studiów doktoranckich na Wydziale Zarządzania Uniwersytetu Łódzkiego.
2. NIEMCZYK A.: *Magazynowanie*, w: *Logistyka*, D. Kisperska-Moroń, S. Krzyżaniak (red.), Biblioteka Logistyka, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2009, s. 178.
3. RICHARDS G.: *Zarządzanie gospodarką magazynową*, WN PWN, Warszawa 2016, s. 58–59.
4. Ibidem.
5. SUN CH.: *Application of RFID Technology for Logistics on Internet of Things*, „AASRI Procedia” 2012, no. 1, s. 106.
6. MACAULAY J., BUCKALEW L., CHUNG G.: *Internet of Things in Logistics*, DHL Trend Research, Cisco Consulting Services, 2015, [http://www.dhl.com/content/dam/Local/Images/g0/New\\_aboutus/innovation/DHLTrendReport\\_Internet\\_of\\_things.pdf](http://www.dhl.com/content/dam/Local/Images/g0/New_aboutus/innovation/DHLTrendReport_Internet_of_things.pdf) [data dostępu: 21.07.2016], s. 4.
7. Ibidem, s. 5.
8. Ibidem, s. 5–7.
9. Ibidem.
10. Ibidem, s. 15.
11. <http://www.autoid.pl> [data dostępu: 21.06.2016].
12. <http://www.logifact.pl> [data dostępu: 21.06.2016].
13. <http://www.sk.com.pl> [data dostępu: 21.06.2016].
14. <http://www.maximintegrated.com> [data dostępu: 28.05.2016].
15. <http://www.softdesign.se> [data dostępu: 22.06.2016].
16. <http://www.still.pl> [data dostępu: 22.06.2016].
17. SUN CH., op. cit., s. 106.
18. Ibidem, s. 107–108.
19. <http://www.sk.com.pl> [data dostępu: 21.07.2016].
20. Ibidem.
21. BONKENBURG T.: *Robotics in Logistics*, DHL Trend Research, March 2016, <http://www.dhl.com/content/dam/downloads/>



- g0/about\_us/logistics\_insights/dhl\_trendreport\_robotics.pdf [data dostępu: 17.07.2016], s. 22.
22. Ibidem.
23. Ibidem, s. 22–26; <http://di.com.pl> [data dostępu: 17.07.2016].
24. BUJAK A.: *Zastosowanie innowacyjnych rozwiązań technologicznych w logistyce, transporcie oraz reagowaniu kryzysowym w kontekście bezpieczeństwa*, „Logistyka” 2012, nr 2, s. 419.
25. Ibidem.
26. <http://www.softdesign.se> [data dostępu: 22.06.2016].
27. Ibidem.
28. AL-ABDALLAT Y., ATIEH A.M., GHOUL L., HDAIRIS I., JARADAT L., KAYLANI H., QUADERI A.: *Performance improvement of inventory management system processes by an automated warehouse management system*, „Procedia CIRP” 2016, no. 41, s. 568–572.
29. <http://www.still.pl> [data dostępu: 28.05.2016].
30. Ibidem.
31. Ibidem.
32. Ibidem.
33. <http://www.polsoft.pl> [data dostępu: 26.06.2016].
34. Ibidem.
35. Ibidem.
36. Ibidem.
37. <http://www.sgssystemusa.com> [data dostępu: 26.06.2016].
38. <http://www.warehousemobilesolutions.com> [data dostępu: 26.06.2016].
39. Ibidem.
40. <http://www.comarch.pl> [data dostępu: 26.06.2016].
41. Ibidem.
42. Ibidem.
43. CHANG Y.S., KIM W.R., SON D.W.: *Design of Warehouse Control System for Real Time Management*, „IFAC-PapersOn-Line” 2015, no. 48–3, s. 1435–1439.
44. <http://www.intelligrated.com> [data dostępu: 27.06.2016].
45. Ibidem.
46. <http://www.dematic.com> [data dostępu: 27.06.2016].
47. Ibidem.
48. Ibidem.
49. <http://www.still.pl> [data dostępu: 28.05.2016].
50. Ibidem.
51. Ibidem.
52. Ibidem.
53. Ibidem.
54. DOU J., CHEN CH., YANG P.: *Genetic Scheduling and Reinforcement Learning in Multirobot Systems for Intelligent Warehouses*, „Mathematical Problems in Engineering” 2015, Article ID 597956, s. 2.
55. Ibidem, s. 3.
56. Ibidem, s. 3–5.

Fragment pochodzi z książki:

Technologie Mobilne w logistyce i zarządzaniu łańcuchem dostaw

Barbara Ocicka, Warszawa 2017, Wydawnictwo Naukowe PWN

reklama

# Darmowa e-prenumerata!

[www.nis.com.pl](http://www.nis.com.pl)



**napędy i sterowanie** miesięcznik naukowo-techniczny

